proLékaře.cz | 10.12.2026

Přehledový článek
Review

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101-108

Studie korozního stavu extrahovaných čepových částí kovových kořenových nástaveb

(Původní práce – analytická studie)

A Study of Corrosion of Root Parts of Metallic Post and Core Reconstructions after their Extraction

(Original Article – Analytical Study)

Venclíková Z.[1], Fojt J.[2], Joska L.[2]

[1]Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN, Praha
[2]VŠCHT, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha

SOUHRN

Úvod a cíl práce: Kořenové nástavby jsou významným pomocníkem při rekonstrukci zubní korunky. Článek se zabývá analýzou stavu radikulární části kořenových nástaveb zhotovených ze slitin s vysokým obsahem stříbra, a to v případech, kdy nástavby selhaly. Cílem sdělení je poukázat na úskalí spojená s použitím těchto slitin.
Materiál a metoda: Soubor tvořili pacienti, u nichž bylo zpravidla nutné na základě nejrůznějších stomatologických indikací extrahovat zuby s kořenovými nástavbami, případně pouze kořenové nástavby či korunky odstranit. Celkově bylo analyzováno 23 protetických prací, které byly exponovány v ústním prostředí 10–29 let. V práci se diskutuje o sedmi případech se známou historií. Stav extrahovaných vzorků byl zkoumán rastrovací elektronovou mikroskopií. Prvkové složení bylo určeno metodou energiově disperzní analýzy (EDS/EDAX).
Výsledky a závěr: Analýzy prokázaly, že korozní problémy kořenových nástaveb se týkají jak drátěného jádra, tak i materiálu čepu. V situaci, kdy pronikne korozní prostředí k jádru čepu, vede korozní děj ke vzniku objemných korozních produktů železa a uvolnění iontů stříbra. Výsledkem jsou jak pnutí, která mohou vyvolat až podélný lom kořene zubu, tak pigmentace kořene a měkké tkáně. Vzhledem k tomu, že slitiny s vysokým obsahem stříbra jsou dosud součástí zásob zubních laboratoří a slitina stříbro-cín i v nabídce dentálního trhu, považovali jsme za potřebné upozornit na rizikové aspekty spojené se zhotovením kořenové nástavby z těchto materiálů.
Klíčová slova: ***dentin – kořenová nástavba – dentální slitiny – koroze – rastrovací elektronová mikroskopie – rentgenová mikroanalýza – stříbro – železo***

SUMMARY

Introduction and objective: Cast post and cores are an important tool in the reconstruction of a dental crown. This article analyzes the state of cast metallic posts, made of alloys with high silver content, in cases where the restoration failed. Our aim is to point out the risks associated with the use of these alloys.
Material and methods: A group of patients, based on a variety of dental indications, to whom it was necessary to extract either teeth with cast post and core or remove cast metallic posts or crowns. Overall, we analyzed 23 prosthetic works that have been exposed to the oral environment for 10 to 29 years, and discuss seven cases with a known history. The state of extracted samples was investigated by scanning electron microscopy and the elemental composition was determined by X-ray energy dispersive analysis (EDS / EDAX).

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108

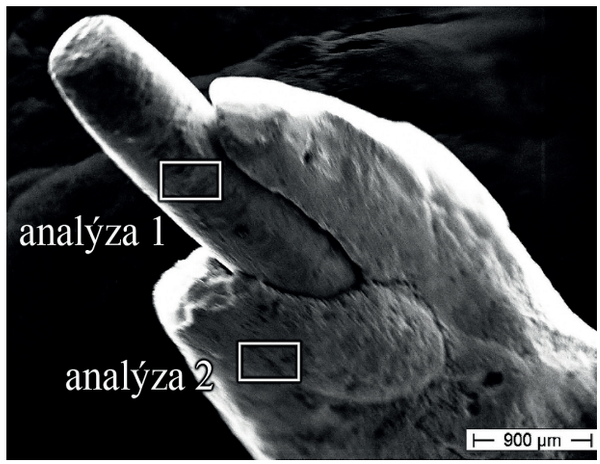
Results and conclusion: The analysis showed that the corrosion problems of cast post and cores relate to the inner wire component as well as cast metallic post. In a situation when the corrosion environment penetrates to the core area, the corrosion process can lead to the formation of bulky iron corrosion products or ions of soluble silver compounds. This results in a strain, which may cause a longitudinal fracture of the tooth root and tissue pigmentation. Since alloys with high silver content are still part of the inventory of dental laboratories and the silver-tin alloy is still offered in the dental market, we felt it necessary to highlight the risk aspects associated with manufacturing root extensions from these materials.
Keywords: ***dentin – post and core – dental alloys – corrosion – scanning electron microscopy – X-ray microanalysis – silver – iron***

Čes. Stomat., roč. 114, 2014, č. 6, s. 101-108

ÚVOD

Kořenové nástavby jsou významným pomocníkem při rekonstrukci, zpravidla kazem či traumatem destruované, zubní korunky. Mají část korunkovou a kořenovou. Na kořenovou nástavbu je možné zhotovit různé typy plášťových korunek nebo pilířových konstrukcí, často i opakovaně. Nejpoužívanějšími materiály pro zhotovení těchto nástaveb jsou kovové dentální slitiny a skloionomerní event. keramické materiály v kombinaci s kořenovým čepem zesíleným skelnými vlákny.

Při použití kovových slitin s vysokým obsahem stříbra (stříbrocínová slitina Koldan a stříbroměděná slitina Konstrulit, výrobce Safina, a. s., Praha), a tedy s nízkou pevností, je kořenová část nástavby odlévána na jádro čepu, tvořené zpravidla ocelovou drátěnou výztuží. Ta by měla být realizována z kvalitní korozivzdorné oceli typu 18-8 (18 % hm. chromu, 8 % hm. niklu).



Obr. 1 Kořenový čep s vyznačením analyzovaných míst

Tab. 1 Složení analyzovaných oblastí (% hm.)

prvek	analýza 1	analýza 2
Fe	64,4	
Cr	19,4	
Zn	13,0	
Ag		76,9
Zn		12,3
Cu		2,5
Sn		8,3

Článek se zabývá analýzou stavu extrahovaných zubů s kořenovými nástavbami, zhotovenými ze slitin s vysokým obsahem stříbra. Výsledkem studie jsou poznatky týkající se chování použitých materiálů při dlouhodobé expozici v dutině ústní. Cílem sdělení je opakovaně [10] poukázat na nevhodnost použití slitin s vysokým obsahem stříbra pro kořenové nástavby a na některé nedostatky související zejména se zhotovením jejich radikulární části.

MATERIÁL A METODY

Soubor tvořili pacienti, u nichž bylo zpravidla nutné, na základě nejrůznějších stomatologických indikací, extrahovat zuby s kořenovými nástavbami, případně pouze kořenové nástavby či korunky odstranit. Celkově bylo analyzováno 23 protetických prací, které byly exponovány v ústním prostředí 10–29 let. V práci se diskutuje o sedmi případech se známou historií.

Stav extrahovaných vzorků byl zkoumán rastrovacími elektronovými mikroskopy Hitachi S-450 a TESCAN VEGA 3. Analýza prvkového složení se realizovala na základě energie emitovaného RTG (metoda energiově disperzní analýzy – EDS/EDAX). V tabulkách výsledků stanovení prvkového složení

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108

hodnocených oblastí vzorků se uvádí pouze zastoupení kovů. Zbytek do sta procent odpovídá nekovovým (fosfor, vápník, kyslík aj.) komponentám.

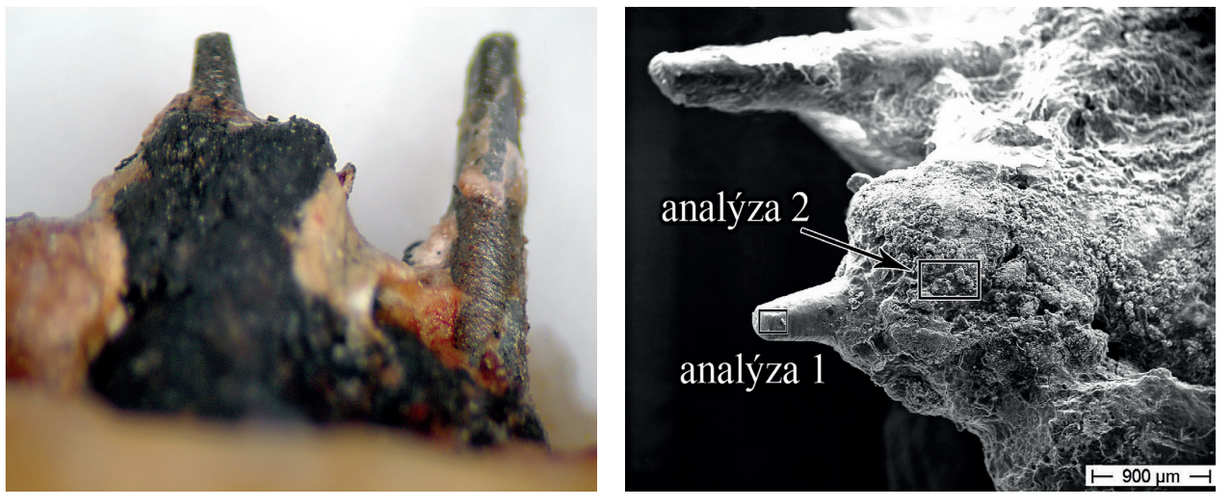
VÝSLEDKY ANALÝZ

Případ 1

Zub 25, ošetřený kořenovou nástavbou ze slitiny Koldan a metalokeramickou korunkou. Po expozici v délce 12 let došlo k uvolnění, nástavba vypadla, kořen zůstal *in situ*. Mikrofotografie hrotu čepu s označením míst analýz je uvedena na obrázku 1 a tabulce 1.

Tab. 2 Složení oblastí vyznačených na obr. 2 (% hm.)

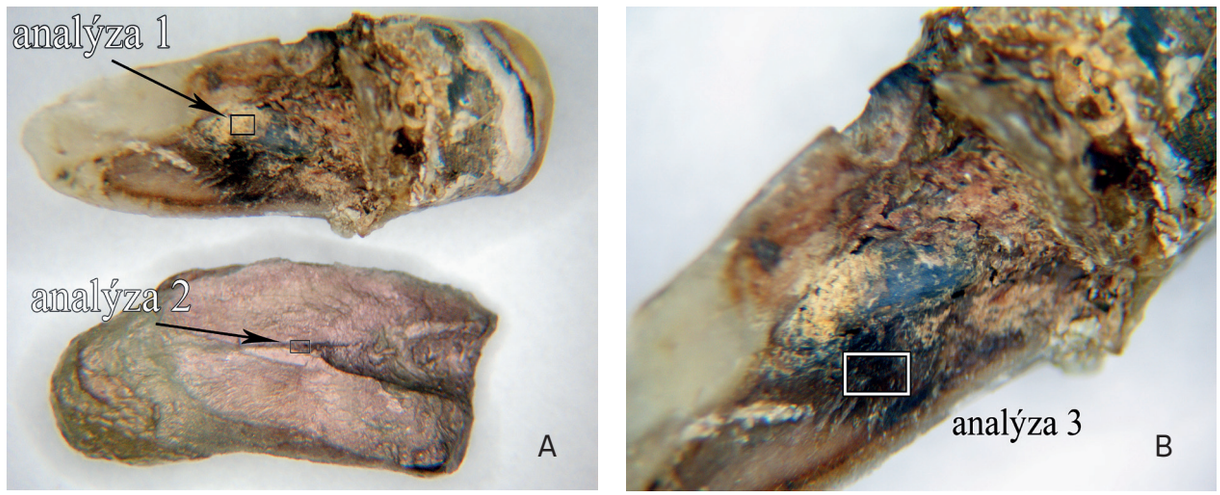
prvek	analýza 1	analýza 2
Fe	72,5	
Cr	19,8	
Ni	1,4	
Ag		15,9
Cu		63,5



Obr. 2 Mikrofotografie reálného stavu (a) a snímek z elektronového mikroskopu s vyznačením míst analýz (b, oproti snímku a otočeno o 90° vlevo)

Případ 2

V tomto případě se jednalo o zub 24, ošetřený kořenovou nástavbou a korunkou z materiálu Targis-Vectris. Expozice nástavby trvala 25 let. Zub byl



Obr. 3 Stav rozlomeného zubu 35 (a), výrazné ztmavnutí zubní tkáně (b)

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108

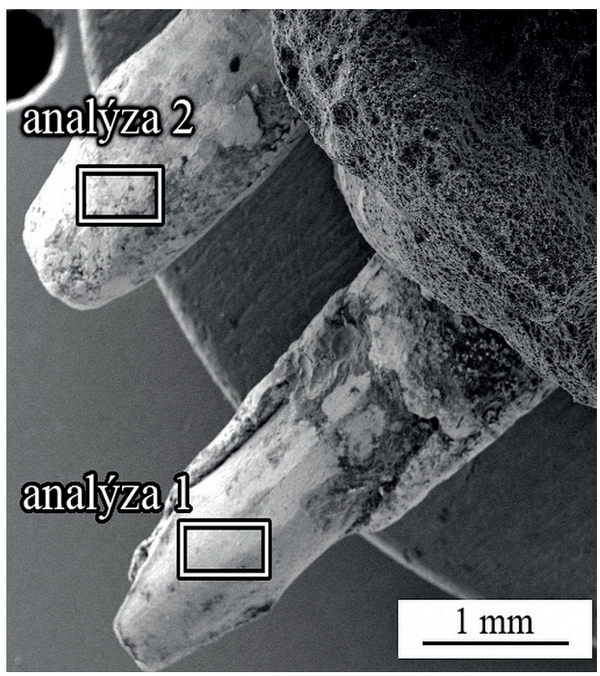
Tab. 3 Složení oblastí označených na obr. 3 (% hm.)

prvek	analýza 1	analýza 2	analýza 3
Fe	10,5	11,6	10,0
Zn	10,1	11,2	
Ag	15,5		

extrahován pro podélnou frakturu radixu. Stav nástavby, místa analýz a výsledky jsou uvedeny na obrázku 2 a v tabulce 2.

Případ 3

Předmětem analýzy byl zub 35, který byl proteticky ošetřen nástavbou ze slitiny Koldan a pryskyřičnou korunkou. U zubu došlo následně k samovolnému podélnému rozlomení kořene a byla indikována extrakce. Stav je dokumentován na obrázku 3. Nástavba byla v ústech po dobu 13 let. Výsledky analýz jsou shrnuty v tabulce 3.



Obr. 4 Stav čepů

Případ 4

Rozbor se týkal zubu 25, ošetřeného kořenovou nástavbou ze slitiny Koldan a fazetovanou korunkou ze slitiny Aurix. Nástavba byla exponována v ústech po dobu 22 let. Následkem zubního kazu v oblasti radixu došlo k jejímu uvolnění, proto byla i s korunkou odstraněna. Kořen zůstal *in situ*. Makroskopicky je jeden z kořenových čepů neporušen, druhý má odhalené jádro (obr. 4). Výsledky analýz označených míst jsou shrnuty v tabulce 4.

Případ 5

K analýze určený zub 15 byl ošetřen kořenovou nástavbou ze slitiny Koldan a korunkou, sloužící jako pilířová konstrukce můstku, ze slitiny Aurosa. Nástavba byla exponována v ústech 29 let. Vzhledem k RTG nálezu s resorpcí kosti v oblasti kořene byla indikována extrakce se sejmutím korunky. Byl zjištěn podélně rozlomený radix.

Tento případ je velmi zajímavý. Kořenový čep byl pravděpodobně konstruován lege artis. Analýza v těsném okolí otvoru na špici hrotu prokázala zastoupení komponent odpovídající prvkovému složení korozivzdorné oceli. Průměrné hodnoty koncentrací z několika analyzovaných míst jsou shrnuty v tabulce 5. Pokud se skutečně jednalo o tento typ nosného materiálu, pak je korozní stav hrotu překvapující. Prozatím i v případě použití nosného prvku z uhlíkové oceli bylo konstatováno pouze rovnoměrné napadení a uvolnění korozních produktů do okolní tkáně. V tomto případě došlo k odkorodování hrotu čepu, přičemž obecně lze u korozivzdorné oceli předpokládat výrazně vyšší korozní odolnost ve srovnání s ocelí uhlíkovou. Zda u této kořenové nástavby šlo o materiálovou vadu, zvýšenou agresivitu korozního prostředí, nerovnoměrnou korozi či jiný vliv (např. fraktura preparací oslabeného kořene), lze pouze spekulovat.

Případ 6

Předmětem analýzy byl úplný zub 24 s kořenovou nástavbou zhotovenou ze slitiny Konstrulit a fazetovanou korunkou, sloužící jako pilířová konstrukce můstku, ze slitiny Aurix. Doba expozice byla 10 let. Extrakce byla indikována pro hnisavou exsudaci z parodontálního chobotu a eliminaci zubu. V oblasti kořene je patrna prasklina korespondující s délkou kořenového čepu (obr. 6b).

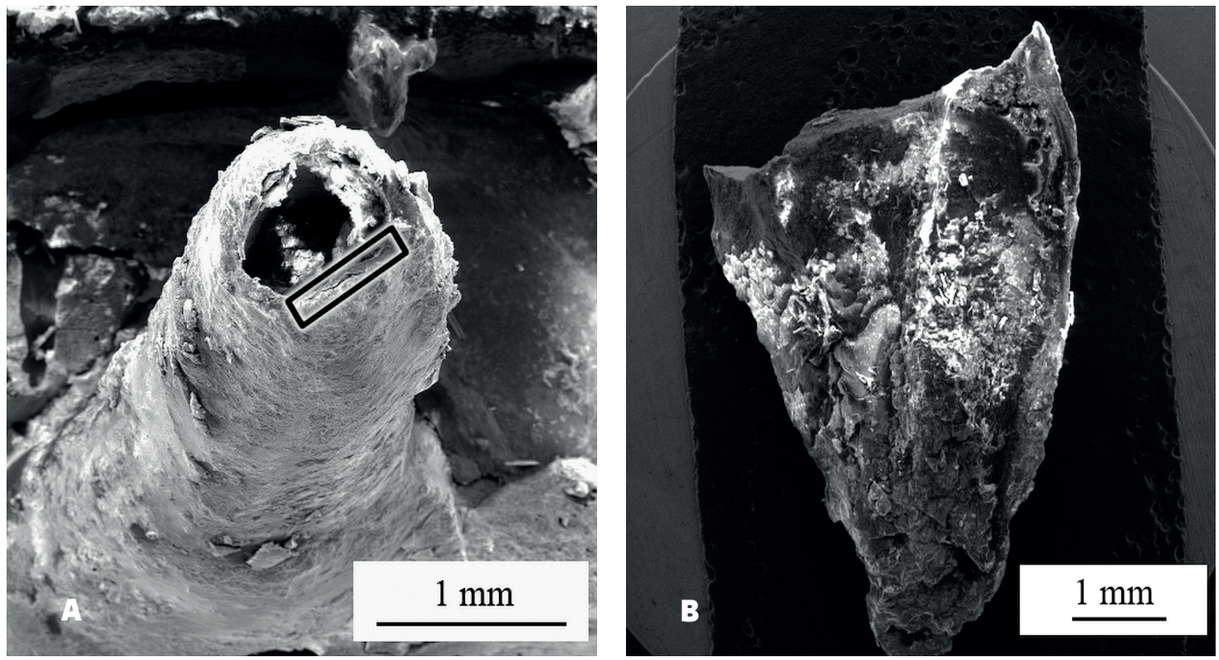
Kořen hodnoceného artefaktu byl v části těsně pod korunkou zbarven výrazně do modro-černa, ve

Tab. 4 Složení oblastí vyznačených na obr. 4 (% hm.)

prvek	analýza 1	analýza 2
Fe	36,8	
Cr	12,5	
Ni	4,8	
Zn	0,5	4,5
Ag		36,9
Sn		7,0

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108



Obr. 5 Kořenový čep (a) a část kořene (b) s vyznačením analyzovaných míst

Tab. 5 Složení oblastí označených na obr. 5 (% hm.)

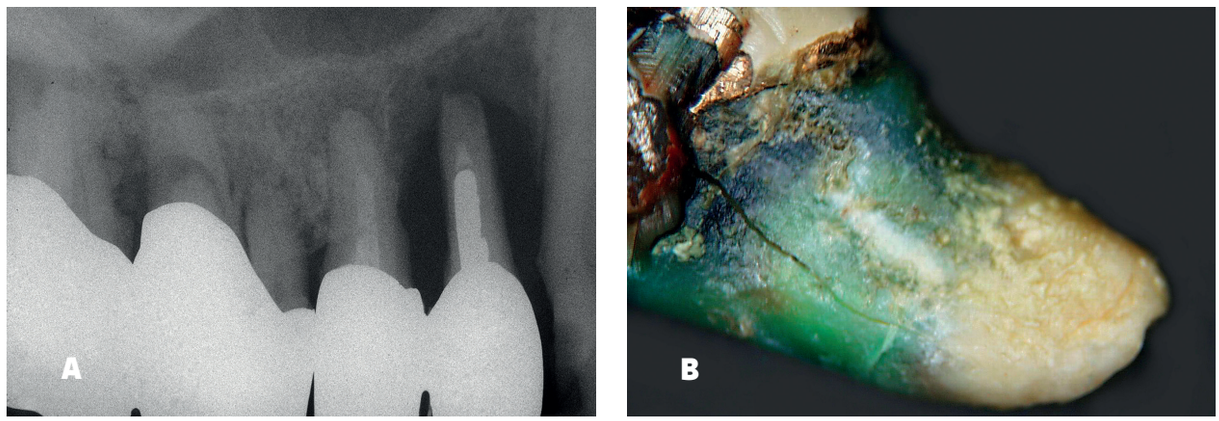
prvek	čep	kořen
Cr	53,1	35,9
Ni	6,4	2,0
Fe	14,6	7,1
Ag	11,0	24,4

vzdálenějších partiích převládla zelená. Analýzy prokázaly přítomnost stříbra (černé zbarvení) a mědi (zelená barva) v kořeni. Bylo zjišťováno, do jaké hloubky od hranice korunky bylo možné tyto kovy detekovat. V případě stříbra to bylo o 1,4 mm, měď pronikla do vzdálenosti 3,7 mm.

Případ 7

Zub 25 s kořenovou nástavbou ze slitiny Konstrulit a metalokeramickou korunkou, sloužící jako pilířová konstrukce můstku, ze slitiny Wiron. Po sedmnáctileté expozici nástavby v dutině ústní došlo k podélnému lomu kořene s nutností extrakce zubu.

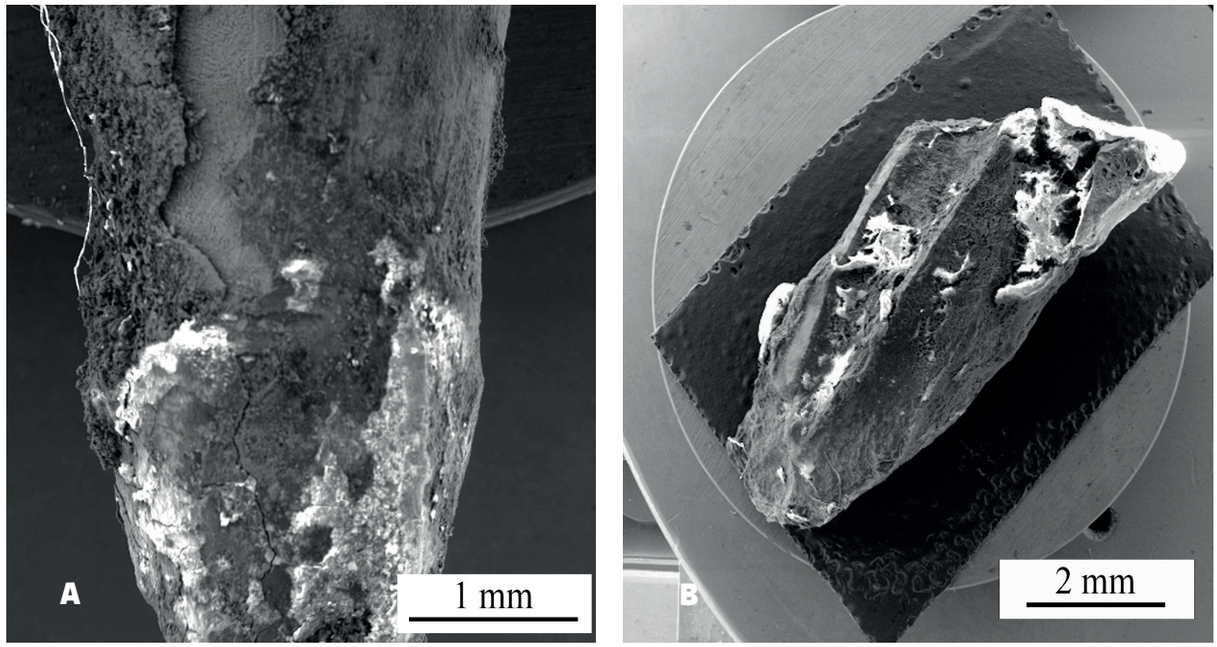
Analýzou se zjistilo, že kořenový čep kromě dominantního stříbra obsahoval na čtyřech analyzo-



Obr. 6 RTG snímek zubu 24 (a), stav kořene po expozici 10 let (b)

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108



Obr. 7 Stav kořenového čepu (a) a kořene (b) po expozici 17 let

vaných místech 10–14 % hm. mědi. V zubní tkáni přilehlé k čepu bylo nalezeno 17,0 % mědi a 4,7 % stříbra.

DISKUSE

Výsledky analýz podpůrných konstrukcí kořenového čepu odpovídají v případech 1, 2, 4 a 5 použití komplexně legované korozivzdorné oceli. Minimální nebo nulový obsah niklu (případy 1 a 2) naznačují aplikaci oceli legované pouze chromem. Rozbor stavu vzorku ve třetím případě vede k závěru, že nosným prvkem čepu zde byl drát z uhlíkové oceli. Na hrotu čepu bylo z kovů detekováno pouze železo. Rozdíl mezi korozní rychlostí korozivzdorné a uhlíkové oceli, a tím i mezi uvolňováním korozních produktů, je významný. Oproti případům 1, 2 a 4 je hrot čepu pokryt korozními produkty železa, které byly určeny i v dentinu. Překvapivý byl stav artefaktu v případě 5, u kterého bylo konstatováno, přes použití nosné konstrukce z korozivzdorné oceli, výrazné korozní napadení.

Specifický byl také stav vzorků v případě šestém a sedmém. Relativně vysoký obsah mědi mají z běžně užívaných materiálů pouze vysokoměďnaté non-gamma 2 amalgámy, případně dnes již pravděpodobně nepoužívané bronzy. Ty však nebyly k ošetření uvedených zubů aplikovány. Z výsledků měření plyne, že sanace byla realizována se slitinou stříbro-měď, která není pro aplikaci v ústní dutině schválena.

Korozní děj je interakcí mezi materiálem a prostředím. U devitalizovaného zubu představuje kořenový dentin s přítomností nesčetných dentinových kanálků obsahujících zbytky výběžků odontoblastů značně porézní strukturu. V ideálním případě, kdy se nacementováním podaří dokonale utěsnit, a tím izolovat kořenovou nástavbu od zubní tkáně, není důvod ke vzniku korozního napadení. Pokud dojde k „rozvolnění“ spoje, pak může pronikat ústní elektrolyt do kořene zubu jak štěrbinami, tak porozitou zubní matrice. To je zřejmé z analýzy druhého případu. Skutečnost, že prostor pod korunkou je masivně vyplněn korozními produkty stříbra (obr. 2a) prokazuje, že došlo k průniku agresivního prostředí až do oblasti kořenového čepu a k jejich interakci.

Korozní aktivita dentálních materiálů v prostředí ústní dutiny vedoucí ke vzniku a transportu korozních produktů do tkáně přilehlé k dentálním pracím plyne např. ze zjištění Yamady a Sata [11]. Ti konstatují přítomnost stříbra v měkké tkáni u korunky vytvořené ze slitiny na bázi zlata. Podobný nález konstatují i Garhammer a spolupracovníci [4]. Hodnocení korozního chování kovových materiálů v ústní dutině bylo též předmětem práce Josky a kol. [6]. Výsledky charakterizace ústního prostředí měřením *in vivo* byly použity jako vstup do termodynamického modelu interakce kovový materiál (slitina

proLékaře.cz | 10.11.2026

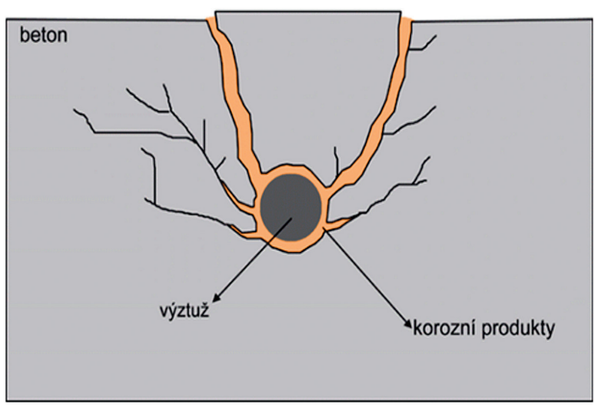
ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 6,
s. 101–108

PdAg)-modelové sliny [5]. Výpočtem bylo prokázáno, že stříbro může přecházet za daných podmínek do prostředí ve formě relativně širokého souboru rozpustných komplexních sloučenin. Artefakt analyzovaný jako případ 2 tyto závěry potvrzuje.

Překvapujícím byl nález relativně vysokého zastoupení mědi v případě šestém a sedmém. Je zřejmé, že slitina použitá na konstrukci kořenového čepu obsahovala kromě stříbra také měď. Ta je méně ušlechtilá než stříbro a v prostředí obsahujícím relativně vysokou koncentraci chloridových iontů vytváří řadu rozpustných sloučenin. Tato skutečnost je zřejmá ze stavu obou analyzovaných zubů/artefaktů. V oblasti čepu došlo k průniku korozních produktů mědi i stříbra do dentinu. To, že byl zub (případ 6) organismem eliminován, bylo logickým důsledkem situace, kdy koncentrace měďnatých iontů překročila tolerovanou mez.

Případy 2, 3, 5, 6 a 7 jsou však zajímavé tím, že *in vivo* došlo k podélné fraktuře kořene zubu. Mechanismem, který se pravděpodobně na tomto jevu uplatnil, je koroze železa. Materiálem nosné konstrukce čepu uvedeným v tabulce 3 (analýza 1) byla, vzhledem k nepřítomnosti chromu a niklu, běžná uhlíková ocel. Její korozní odolnost je samozřejmě výrazně nižší než korozní odolnost stříbra a v galvanickém článku, který při kontaktu těchto dvou kovů v korozním prostředí vzniká, je železo komponentou, jejíž korozní rychlost narůstá. V této situaci dochází k poklesu pevnosti nosného prvku čepu, nicméně tato skutečnost není zásadním negativem. Tím jsou nerozpustné korozní produkty železa. Pro snadnější pochopení problému je vhodné uvést analogii s korozí ocelových výztuží v betonu (obr. 8, 9).

Vzhledem k nízké pevnosti betonu v tahu se do něj používají ocelové výztuže vyrobené nejčastěji z uhlíkové oceli. Pokud se vytvoří „vhodné“ podmínky, v principu odpovídající podmínkám v ústní dutině, koroduje ocel v aktivním stavu. Základní korozní proces lze pak popsat následujícími rovnicemi:



Obr. 8 Mechanismus rozlomení betonu korozními produkty ocelové výztuže (uvedeno se svolením Dr. Kouřila, VŠCHT Praha)



Obr. 9 Zkotodovaná výztuž mostního nosníku (uvedeno se svolením Dr. Kouřila, VŠCHT Praha)

anodický děj (koroze):

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-} \quad (1)$$

korozní produkt dále hydrolyzuje

$$Fe^{2+} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2H^{+} \quad (2)$$

čímž dochází k okyselení prostředí na fázovém rozhraní ocel-elektrolyt a k urychlení korozního děje.

Uvolněné elektrony jsou spotřebovány katodickou reakcí:

$$O_2 + H_20 + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-} \quad (3)$$

Dalším faktorem, který významně zvyšuje korozní rychlost železa, jsou chloridy destabilizující pasivní vrstvu. Jejich kritická koncentrace je uváděna na úrovni 0, 2 % hm. NaCl [1, 8, 9].

Následným dějem je přechod hydroxidu železnatého na celé spektrum korozních produktů, jejichž objem je několikanásobně větší než objem vlastního kovu. Mezi hlavní sloučeniny patří Fe_2O_3, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_3.3H_2O$ s objemem dvakrát, třikrát, čtyřikrát a šestkrát větším než železo [1, 3]. Důsledkem jejich vzniku jsou tlaková pnutí, která vedou k popraskání až odpadnutí betonu (viz obr. 6 a 7).

V porovnání s pórovým roztokem betonu je prostředí lidského těla mnohonásobně korozně agresivnější. Koncentrace chloridu sodného (modelově 9 g/l [7]) 75krát přesahuje kritickou hodnotu pro aktivaci železa. Hodnoty pH tělních tekutin se pohybují od kyselé až po mírně bazickou oblast [2]. Za takových podmínek nemůže být běžná uhlíková ocel pasivní, a dokonce i korozivzdorné oceli mohou aktivně korodovat (pravděpodobný důvod korozního napadení v případě 5). V situaci, kdy se prostředí dostane k čepu vyztuženému ocelí, vede korozní děj

proLékaře.cz | 10.11.2026

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114, 2014, 6, s. 101–108

ke vzniku objemných korozních produktů, které jsou schopné vyvodit tlaková pnutí, která mohou vyvolat až prasknutí kořene zubu.

ZÁVĚR

Analýzy extrahovaných protetických prací, prezentované v tomto příspěvku, prokázaly významné dopady interakce korozního prostředí s klasickou konstrukcí kořenového čepu založenou na ocelovém nosném prvku a slitině s vysokým obsahem stříbra. Okolí kořenových čepů bylo kontaminováno korozními produkty komponent konstrukčních materiálů. Koroze ocelových výztuží čepů vedla ke vzniku objemných korozních produktů železa, které vedly až k fraktuře kořene zubu.

Vzhledem k tomu, že slitiny s vysokým obsahem stříbra jsou dosud součástí zásob zubních laboratoří a slitina stříbro-cín i v nabídce dentálního trhu, považovali jsme za nutné upozornit na rizikové aspekty jejich použití.

LITERATURA

1. **Bertolini, L., Elsner, B., Pedeferri, P., Redealli, E.:** Corrosion of steel in concrete: prevention, diagnosis, repair. 2. vyd., Weinheim, Germany, Wiley-VCH, 2013, 392 s. ISBN 9783527308002.
2. **Blackwood, D. J. B.:** Corrosion in body fluids, in shreir's corrosion. Oxford, Elsevier, 2010, s. 1308–1322.
3. **Bohni, H.:** Corrosion in reinforced concrete structures. 1. vyd., Amsterdam, Elsevier, 2005, 264 s. ISBN 1845690435.
4. **Garhammer, P., Schmalz, G., Hiller, K. A., Reitinger, T.:** Metal content of biopsies adjacent to dental cast alloys. Clin. Oral Investig., roč. 7, 2003, s. 92–97.
5. **Joska, L., Marek, M., Leitner, J.:** The mechanism of corrosion of palladium-silver binary alloys in artificial saliva. Biomaterials, roč. 26, 2005, č. 14, s. 1605–1611.
6. **Joska, L., Venclikova, Z., Poddana, M., Benada, O.:** The mechanism of gingiva metallic pigmentations formation. Clin. Oral Investig., roč. 13, 2009, s. 1–7.
7. **Kokubo, T., Takadama, H.:** How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? Biomaterials, roč. 27, 2006, č. 15, s. 2907–2915.
8. **Kouřil, M., Stoulil, J., Bystrianský, J., Malá, R., Novák, P.:** Korozivzdorné oceli pro výztuže betonu. Koroze a ochrana materiálu, roč. 46, 2002, č. 3, s. 62–67.
9. **Novák, P., Dong, Z., Joska, L.:** Koroze ocelové výztuže v betonu. Koroze a ochrana materiálu, roč. 40, 1996, č. 1, s. 2–7.
10. **Poddaná, M., Joska, L., Venclíková, Z.:** Vliv koroze na vznik pigmentace měkké tkáně. Čes. Stomat., roč. 107, 2007, č. 1, s. 10–14.
11. **Yamada, S., Sato, T.:** Histopathological study of gingival pigmentation caused by full cast crown. Bull. Tokyo Dent. Coll., roč. 22, 1981, s. 51–66.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu IGA MZ ČR, č. NT 12206-4.

MUDr. Zora Venclíková, CSc.
Stomatologická klinika
1. LF UK a VFN
Karlovo nám. 32
121 11 Praha 2
e-mail: venclikova@vus.cz